

Disciplinair externalisme

Citation for published version (APA):

Bijker, W. E., & van Berkel, K. (1979). Disciplinair externalisme: beschouwingen over het externalisme van Boris Hessen en Robert Merton in het licht van de moderne wetenschapsfilosofie. *Kennis en Methode*, 3, 72-92.

Document status and date:

Published: 01/01/1979

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Disciplinair externalisme
*Beschouwingen over het externalisme van Boris Hessen en
Robert Merton in het licht van de moderne wetenschapsfilosofie*

Klaas van Berkel en Wiebe Bijker

*Inleiding*¹

Het werk van Boris Hessen en Robert K. Merton is exemplarisch voor de externalistische benadering van de wetenschapsgeschiedenis.² Exemplarisch door de gehanteerde methode en de daarbij gemaakte fouten en exemplarisch door de reacties die het opriep. De felheid waarmee zij werden bestreden lijkt vooral voort te komen uit de angst dat acceptatie van dergelijke externalistische theorieën het geloof in de rationaliteit van de wetenschap zou aantasten. Er zou dan bij voorbeeld ruimte komen voor de opvatting dat het begrip 'massa' zo zeer door zijn vroeg-kapitalistische ontstaansgeschiedenis bepaald is, dat het in een socialistische maatschappij geen deel meer kan uitmaken van de fysica. Deze opvatting – en daarmee ook de door haar veroorzaakte angst – moge weliswaar karikaturaal schijnen, deze angst is volgens ons echter een belangrijk element in de tot voor kort algemeen heersende ideologie, waarmee aan de natuurwetenschappelijke faculteiten discussies over beroepsethiek, wetenschapsbeleid en maatschappelijke controle op wetenschapstoepassingen werden bestreden. Het is niet verwonderlijk dat velen dit spook van de 'wetenschap & samenleving' (W&S) zien opdoemen in het voetspoor van de heiligschennis door Hessen en Newton gepleegd. Newton was immers, in de woorden van Josep Needham, 'so great a genius that he could not have been influenced by his environment at all, and certainly not by a sub-conscious appreciation of the needs of the society of the rising bourgeoisie of the seventeenth century. To suggest such a thing was in terms of conventional thinking, almost a sacriligious act, in any case culpable of lèse-majesté'.³

In dit artikel zal een schets worden gegeven van het werk van Hessen en Merton. Een analyse van deze studies leidt tot de introductie van een tweetal nieuwe begrippen, die elementen kunnen vormen van een externalistische theorie over de ontwikkeling van wetenschappen. De mogelijkheid dat een hiermee opgebouwde externalistische theorie een bijdrage levert aan de theoretische fundering van W&S-onderzoek wordt in dit artikel niet onderzocht, evenmin de gevolgen die deze nieuwe externalistische benadering heeft voor het rationaliteitsprobleem.

De hierboven geschetste reactie op het externalisme sluit aan bij een bepaalde interpretatie van dat begrip. Wij willen hier twee voor de hand

liggende betekenissen onderscheiden.⁴ Zwak-externalistisch is de opvatting dat externe factoren van invloed zijn op de *plaats en de tijd* van het ontstaan van bepaalde theorieën. Zo kan het ontstaan van belangrijke stukken kernfysica in de Verenigde Staten tijdens de tweede wereldoorlog niet los worden gezien van de maatschappelijke gebeurtenissen in die tijd. Een dergelijke zwak-externalistische opvatting lijkt algemeen geaccepteerd. Een heel andere, sterk-externalistische stelling zou zijn dat die extreme omstandigheden ook de inhoud van de kernfysische theorieën beïnvloed hebben; dat met andere woorden een in Nazi-Duitsland ontwikkelde kernfysica er heel anders zou hebben uitgezien, zonder daarom minder juist te zijn geweest. Sterk-externalistische theorieën leggen verklarende verbanden tussen extern-wetenschappelijke ontwikkelingen zoals sociale, politieke, economische en religieuze processen en de ontwikkeling van de *inhoud* van een bepaalde wetenschappelijke theorie. Deze stelling wordt door het merendeel van de wetenschapshistorici en -filosofen niet geaccepteerd.

Critici van Hessen en Merton zijn er vrijwel altijd van uitgegaan dat deze analyses sterk-externalistisch van aard zijn. Wij zullen trachten aan te tonen dat de studies van Hessen en Merton noch volledig zwak-externalistisch, noch sterk-externalistisch zijn. Het zal nodig blijken een derde externalisme-begrip in te voeren. De wetenschapsfilosofische overwegingen waarop dit nieuwe begrip stoelt zullen het bovendien mogelijk maken om het statische onderscheid tussen intern en extern te vervangen door een dynamische beschrijving van de wisselwerking tussen interne en externe factoren bij de ontwikkeling van wetenschappelijke theorieën.

Hessen over de oorsprong van Newtons Principia

Het artikel 'The Social and Economic Roots of Newton's "Principia"' van Boris Hessen werd gepresenteerd tijdens het Second International Congress of the History of Science and Technology, dat in 1931 in Londen werd gehouden. De Russische delegatie, waarvan Hessen een der meest prominente leden was⁵, speelde een sleutelrol op dit congres. Zij presenteerde een collectief standpunt van een belangrijke groep van Russische wetenschapsmensen en politici gedurende de tumultueuse periode van de 'Grote Breuk' in de Sovjetunie.⁶ Bij een aantal Engelse congresbezoekers vielen de Russische ideeën in vruchtbare aarde. Mensen als Bernal, Hogben, Levy en Needham zijn duidelijk beïnvloed door de Russische bijdragen aan dit congres, dat dan ook beschouwd kan worden als een van de kiemen van het hedendaagse internalisme/externalisme-debat.

Hessen analyseert welke technische problemen werden opgeroepen door

de economische ontwikkelingen in het begin van de zeventiende eeuw, toen Engeland zich ontwikkelde van een feodale tot een handelskapitalistische maatschappij. Aan deze technische problemen (bij voorbeeld kanalisatie van rivieren ten behoeve van transport), gegroepeerd rond de maatschappelijke sferen van het verkeer, de nijverheid en de oorlogsvoering, lagen bepaalde fysische vragen (bij voorbeeld: welke krachten ondervindt een verticale wand in water?) ten grondslag. Hessen vergelijkt deze fysische problemen met wat er in die periode aan fysisch onderzoek (bij voorbeeld: hydrostatica) werd gedaan en wanneer dit dan goed overeen blijkt te stemmen, besluit Hessen dat 'the scheme of physics was mainly determined by the economic and technical tasks which the rising bourgeoisie raised to the forefront'.⁷ Een zelfde conclusie geldt a fortiori voor Newtons *Principia*, dat door Hessen wordt beschouwd als het werk dat een algemene theoretische basis aan deze uiteenlopende problemen verschaft.

Hessen acht het echter een te grove simplificering om de economische factor als de enig bepalende te beschouwen⁸ en analyseert daarom vervolgens de invloed van de klassenstrijd en de verschillende filosofische en religieuze tendensen in de zeventiende eeuw in Engeland.⁹ Newton behoorde volgens Hessen tot de klasse van de opkomende bourgeoisie, dit zou verklaren hoe de in de *Principia* aanwezige materialistische kiemen niet tot volle wasdom gekomen zijn, en zelfs zijn overschaduwed door 'religieuze' denkbeelden als een Eerste Beweging. De sterke invloed die de religieuze denkbeelden op Newtons wetenschappelijke denken hebben uitgeoefend, komt onder andere tot uiting in zijn geloof aan het bestaan van een absolute ruimte en een absolute tijd. De eerste beduidt voor hem Gods alomtegenwoordigheid, de tweede Zijn eeuwigdurendheid.¹⁰ Hessen ziet in dit statische wereldbeeld ook een van de oorzaken, dat Newton niet gekomen is tot het formuleren van de wet van behoud van energie, ondanks het feit dat het mechanische aspect van deze wet als mathematische consequentie uit de *Principia* voortvloeit.

Merton over de Wetenschappelijke Revolutie

Terwijl Hessen de invloed van het protestantisme op de inhoud van de wetenschap aldus negatief waardeert, formuleert Robert K. Merton in 1938 een positief verband tussen het puritanisme in de zeventiende eeuw in Engeland en de wetenschapsbeoefening. Nadat Mertons proefschrift *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England* is verschenen, richt de discussie zich volledig op dit werk en verdwijnt Hessen uit de aandacht.¹¹ Het tweede deel van dit boek, waarin Merton de invloed analyseert van de techniek op de wetenschap, is echter voor een belangrijk

deel gebaseerd op het werk van Hessen.¹² In het eerste deel, waar Merton de relatie tussen het puritanisme en de wetenschap analyseert, wordt Merton vooral geïnspireerd door het werk van Max Weber.¹³

Robert Merton

Robert Merton (geboren 1910) heeft zijn eretitel 'Mr. Sociology' verdiend doordat mede hij gestalte heeft gegeven aan het functionalisme in de sociologie en doordat hij daarnaast de 'founding-father' is geweest van de wetenschapssociologie. Beide hoofdelementen in Mertons werk vinden een beginpunt in het proefschrift van 1938. De manier waarop in deze studie de wederzijdse beïnvloeding van ten eerste religie en wetenschap en ten tweede economie, techniek en wetenschap beschreven wordt, maakt duidelijk dat hier een functionalist-in-de-dop aan het woord is. Er worden geen directe, causale relaties tussen de verschillende maatschappelijke instituties aangenomen; anderzijds is de gehele studie gebaseerd op de veronderstelling dat die instituties zich ook niet onafhankelijk van elkaar ontwikkelen. In het nieuwe voorwoord van 1970 haalt Merton deze functionalisme kiemen dan ook naar voren als de aan het proefschrift ten grondslag liggende basis-aannamen. De ontwikkeling van de 'jonge Merton' van 1935-1942 tot de 'middelbare Merton' van 1945-1969 is voor wat betreft het functionalisme als een rijpingsproces te begrijpen. De ontwikkeling van Mertons wetenschapssociologie daarentegen verliep minder 'rechtlijnig' en kan getypeerd worden door de wisselende waardering die Merton heeft (gehad) voor analyses als die van de marxist Hessen.

In de jaren dertig baseert Merton een belangrijk deel van zijn proefschrift op het artikel van Hessen. Van 1945 tot het eind van de jaren zestig lijkt hij een benadering als die van Hessen uit te sluiten. In 1970 spreekt Merton zich, weliswaar zonder Hessen te noemen, weer positief uit over dergelijke analyses. Het begin van de tweede periode wordt gemarkeerd door een artikel¹⁴, waarin Merton zich distantieert van het marxisme. In de daaropvolgende 25 jaar wordt Hessen nimmer meer genoemd. Tijdens deze periode vinden de bekende publikaties plaats over een democratische samenleving als voorwaarde voor wetenschappelijke ontwikkeling, over het wetenschappelijk ethos, over de 'multiple discoveries'. De veronderstelling dat de invloed van de Koude Oorlog hieraan niet geheel vreemd is, ligt voor de hand. Deze periode eindigt met de verschijning in 1970 van een heruitgave van het proefschrift. In een nieuw voorwoord daarbij benadrukt Merton dat hijzelf de techniek-these minstens zo belangrijk vindt als de puritanisme-these, hoewel de laatste de meeste reacties heeft opgeroepen.

De puritanisme-these van Merton houdt in dat het puritanisme in de zeventiende eeuw in Engeland een positieve invloed heeft gehad op de ontwikkeling van de moderne natuurwetenschap. Deze stelling wordt geschraagd door een uitgebreide analyse van de waardenstelsels van het puritanisme en de 'Nieuwe Wetenschap'. Waarden als nuttigheid, een kritische houding en ijver staan hoog aangeschreven in het puritanisme en hebben pendanten in het natuurwetenschappelijk ethos. Deze congruentie

in het denken van puriteinen en natuuronderzoekers heeft des te groter effect gesorteerd, daar het grootste deel der puriteinen behoorde tot de opkomende klasse der bourgeoisie, waarvan de leden een uitgesproken positieve houding hadden ten opzichte van deze wetenschap. Puriteinen speelden een belangrijke rol in de Royal Society, bij pogingen de universiteiten te hervormen en bij onderwijsexperimenten als die van Comenius.¹⁵ Deze instituties vormden belangrijke kristallisatiekernen voor de ontwikkeling van de moderne natuurwetenschap.

Merton stelt in zijn techniek-these dat de technische problemen die in de zeventiende eeuw in Engeland ontstonden, zeer bevorderlijk zijn geweest voor de ontwikkeling van de moderne natuurwetenschap in het algemeen en voor de ontwikkeling van bepaalde takken van de wetenschap in het bijzonder (bij voorbeeld: fysica). Bij zijn bewijsvoering maakt Merton gebruik van het empirische classificatieschema van Hessen, dat hij echter veel uitgebreider met meer historisch materiaal onderbouwt.¹⁶ Merton is genuanceerder dan Hessen ten aanzien van het bestaan van een relatie tussen economische behoeften en de ontwikkeling van de wetenschappen. Hij neemt aan dat een dergelijke relatie slechts kan bestaan, indien aan bepaalde culturele voorwaarden is voldaan. Met name noemt Merton het bestaan van een traditie om problemen op te lossen door technische vernieuwingen, een cultureel patroon dat pas in de zeventiende eeuw tot stand kwam.¹⁷ Bovendien onderschrijft Merton de amendering van Hessen door Clark, die tenminste zes belangrijke invloedssferen rond de wetenschap onderscheidt: economie, oorlog, geneeskunde, kunst, religie en 'the desinterested search for truth'.¹⁸ Slechts om praktische redenen beperkt Merton zich bij de formulering van zijn techniek-these tot de sferen economie en oorlog.

Wetenschapsfilosofische kanttekeningen bij Hessen en Merton

Over de precieze aard van de relatie tussen technische problemen en de ontwikkeling van de wetenschappen zijn Hessen en Merton niet erg helder. Terwijl Hessen het verband causaal lijkt op te vatten, is hiervan bij Merton zeker geen sprake. In beide gevallen wordt de inhoud van de natuurwetenschappen in die zin buiten de analyse gehouden, dat de mogelijkheid van een andere inhoud volledig buiten beschouwing wordt gelaten. Dat is begrijpelijk vanuit positivistische elementen in de wetenschapsmodellen van Hessen en Merton. Hessen is in dit opzicht het meest consistent: er is maar één ware beschrijving van de werkelijkheid mogelijk en de ontsluiting van een belangrijk deel hiervan vond, vooral onder invloed van economische ontwikkelingen, plaats in de zeventiende eeuw in Enge-

land. Bij Merton kan pas van een consistent positivistisch wetenschapsmodel gesproken worden in zijn 'middelbare periode'. De vroege Merton gaat al wel uit van noties als 'experimenteren is vragen stellen aan de natuur'¹⁹ en 'wetenschappelijke kennis is selectief cumulerend'²⁰, maar een beschrijving van wetenschappelijke ontdekkingen als 'births of time' verschijnt pas in het latere werk over het optreden van meermansontdekkingen.²¹ Juist die elementen in de puritanisme-these van *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England* die niet passen in een positivistische wetenschapsopvatting, zullen hierna de aanleiding vormen voor het invoeren van een derde soort externalisme.

De relatie tussen de door Hessen en Merton beschouwde technische problematiek en de natuurwetenschap moet dus wel van zwak-externalistische aard zijn: technische problemen blijken alleen te kunnen leiden tot de theorieën die wij nu hebben. Het transformatieprobleem: de kwestie hoe technische vragen leiden tot wetenschappelijke problemen, wordt, zij het bij Merton in iets mindere mate, door deze a-historische, naïef-positivistische benadering versluierd. Zo is het probleem van eb en vloed alleen in onze twintigste-eeuwse ogen vanzelfsprekend gerelateerd aan de aantrekkingskracht van de maan – en dus aan de wetenschappelijke theorie van de *Principia*. Voor de zeventiende-eeuwse zeevaarders en natuurfilosofen waren er verschillende mogelijkheden om eb en vloed te verklaren; sommigen namen een wederzijdse aantrekkingskracht aan van maan en water, anderen verklaarden de vloed door een materiële uitstraling van de maan, die het water deed opzwellen. Toch legt Hessen een rechtstreekse relatie tussen het getijdeprobleem en het ontstaan van de *Principia*. Moest, om nog een voorbeeld te noemen, het probleem van de meest gunstige scheepsromp tot een hydrodynamica-theorie leiden, alleen omdat deze theorie, achteraf gezien, dat technische probleem heeft helpen oplossen?²² Op die manier zouden technische problemen inderdaad alleen fysische theorieën veroorzaken die bruikbaar zijn. Is het bij voorbeeld niet meer voor de hand liggend om te verwachten dat technische problemen van transportmiddelen en machines leiden tot een bewegingstheorie, waarin een op een lichaam uitgeoefende kracht geen versnelling veroorzaakt, maar snelheid, zoals de aristotelici dachten?

Een tweede gevolg van het naïef-positivistische wetenschapsmodel, en nauw samenhangend met het versluieren van het transformatieprobleem, is het gebruik van een a-historische beschrijvingstheorie.²³ Zo gaan Hessen en Merton bij hun beschrijving van de zeventiende-eeuwse disciplines impliciet uit van de twintigste-eeuwse indeling der wetenschappen, waardoor bij voorbeeld als vanzelfsprekend wordt geaccepteerd dat problemen met betrekking tot waterpompen, hijswerktuigen en vervoermiddelen lei-

den tot ontwikkelingen in de fysica. De interessante vraag waarom een dergelijke abstract-mathematische discipline ontstaat in plaats van een technische discipline als de moderne werktuigbouwkunde wordt niet gesteld. Ook hier geldt dat gegevens niet 'zo maar' uit de (historische) werkelijkheid kunnen worden afgelezen. Wat voor de wetenschapsfilosofie een interessant probleem is, wordt mede bepaald door de beschrijvingstheorie waarmee men de wetenschapsgeschiedenis analyseert.

Tussenbalans

Op basis van zijn positivistische wetenschapsmodel en anachronistische beschrijvingstheorie is Hessen slechts sterk-externalistisch waar het de relatie betreft tussen externe factoren (het protestantisme) en de ontbrekende of onjuist gebleken elementen in de *Principia*. De techniek-these daarentegen levert een zwak-externalistische positie op, daar de (juist gebleken) inhoud van de door de techniek bevorderde theorieën buiten schot blijft. Het deterministisch karakter van Hessens techniek-these wordt bij Merton gerelativeerd door zijn nuancering dat bepaalde culturele omstandigheden noodzakelijk zijn voor het bestaan van een relatie tussen economische en wetenschappelijke ontwikkelingen. Merton laat hierbij de inhoud van de wetenschappen volledig buiten beschouwing en bespreekt slechts de snelheid van hun ontwikkeling, zodat we hier van een zwak-externalistische analyse kunnen spreken. In het volgende zullen de techniek-these van Hessen en Merton een minder belangrijke rol spelen dan de puritanisme-these.

Ten aanzien van de puritanisme-these van Merton kunnen we met het zwak/sterk-onderscheid niet uit de voeten. De relatie tussen puritanisme en wetenschap wordt door Merton niet, zoals critici veronderstellen, causaal gezien, maar als een congruentie in waardenpatronen opgevat. Het waardenpatroon van het puritanisme vormde een gunstig klimaat voor de ontwikkeling van een nieuwe utilistische, experimenteel gerichte wetenschapsopvatting. Het is niet voor de hand liggend om de invloed van het puritanisme op de ontwikkeling van een nieuwe wetenschappelijke houding te karakteriseren als zwak-externalistisch. Er is immers meer aan de hand dan alleen een beïnvloeding van plaats en tijd van het ontstaan van een bepaalde theorie. Het gaat hier om het ontstaan van een nieuwe wetenschappelijke houding, in essentie gevormd door de integratie van rationalisme en empirisme, als basis voor de moderne natuurwetenschap. Daarmee is langs indirecte weg tevens de inhoud van wetenschappelijke theorieën in het geding. Het is echter evenmin bevredigend om hier te spreken van een sterk-externalistische invloed. De invloed van het purita-

nisme was namelijk niet direct op de inhoud van wetenschappelijke theorieën gericht, doch werkte veeleer via een verandering in de wetenschappelijke houding, methode, doelen en idealen. Deze derde – disciplinair te noemen – vorm van externalisme kan niet meer gebaseerd zijn op een positivistisch wetenschapsmodel, omdat dat slechts feiten en theorieën onderscheidt.²⁴

Een nieuw wetenschapsmodel, toegepast op de Merton-thesen

Van een nieuw wetenschapsmodel dat aan de basis zou kunnen liggen van deze derde vorm van externalisme zijn voorbeelden te vinden bij vele auteurs. De bekendste zijn S. E. Toulmin, N. R. Hanson, Th. S. Kuhn en P. K. Feyerabend. Deze auteurs vatten het begrip wetenschap zo ruim op, dat ook de sociaal-historische dimensie, die door de logisch-positivistische standaardopvatting buiten werd gesloten, mede-constitutief is voor de wetenschap. In hun opvattingen is wetenschap gebaseerd op historisch variabele, algemene vooronderstellingen, die 'paradigma's', 'ideals of natural order' of zelfs 'Weltanschauungen' genoemd worden. Dudley Shapere heeft deze nieuwere opvatting dan ook de 'presupposition-theory of science' genoemd. De vooronderstellingen hebben een regulatief karakter: zij bepalen wat feiten en theorieën zijn, hoe begrippen betekenis krijgen en wat aanvaardbare probleemstellingen en oplossingen zijn.²⁵

a. *Wetenschap als discipline en als professie.* Voor het nieuwe wetenschapsmodel zullen wij vooral elementen ontleenen aan het werk van Toulmin, wiens laatste boek, *Human Understanding*, een van de meest uitgebreide formuleringen vormt van de nieuwere opvattingen.²⁶ Bij hem raken de algemene vooronderstellingen, die hij 'principles' of 'ideals of natural order' noemt, zeer duidelijk niet alleen de inhoud van de wetenschap, maar ook de sociale en professionele positie van de onderzoeker. Theoretische begrippen veronderstellen min of meer geïnstitutionaliseerde gebruiksaanwijzingen en deze veronderstellen weer algemene wetenschappelijke en professionele houdingen. Hij stelt dan ook: 'Every concept is an intellectual micro-institution'.²⁷

Deze verwevenheid van inhoudelijke en sociaal-historische aspecten van de wetenschap neemt niet weg dat het zeker nuttig kan zijn een analytisch onderscheid te maken tussen de wetenschap als een geheel van begrippen en theorieën (de wetenschap als discipline) en de wetenschappers als een geheel van onderzoekers (de wetenschap als professie). Dit onderscheid kan bij voorbeeld een aantal misverstanden omtrent Mertons stellingen uit de weg ruimen die het zicht op de ware problemen ontnemen.

Zo heeft Merton het puritanisme niet geïntroduceerd als een verklaring voor de bloei van de wetenschap als discipline, maar vooral voor de bloei van de wetenschap als professie. Hij richtte zich niet in eerste instantie op de relatie tussen het puritanisme en de inhoud van wetenschappelijke theorieën. Hij zag vooral een verband tussen het ethos van het puritanisme enerzijds en het toenemend aantal wetenschapsbeoefenaren en het hoger sociaal aanzien van de wetenschap anderzijds. Als bewijs voerde hij dan ook statistieken aan van het aantal mensen dat in de zeventiende eeuw min of meer actief werd in de wetenschap.²⁸ Dit aantal blijkt een opmerkelijke stijging te vertonen juist in een tijd (1640-1660) dat de natuurwetenschap wat positieve resultaten betreft een zekere stagnatie doormaakte.²⁹ Weliswaar achtte Merton de toenemende algemene belangstelling en waardering voor de wetenschap een noodzakelijke voorwaarde voor de bloei van de wetenschap als discipline,³⁰ maar het is niet juist om, zoals A. R. Hall doet, te suggereren dat Merton een of ander causaal verband zou willen leggen of had moeten leggen tussen het puritanisme en Newtons *Principia*.³¹

b. *Intellectuele ecologie*. Interessanter nog dan het onderscheid tussen discipline en professie is bij Toulmin de wijze waarop beide facetten van de wetenschap geïntegreerd worden in een theorie over de intellectuele evolutie. Een discipline is een door gemeenschappelijke verklaringsidealen verbonden geheel van probleemgebieden. Zij is niet strikt logisch-deductief geordend, maar valt beter te vergelijken met een biologische populatie. In zo'n populatie van concepten garanderen langzaam veranderende disciplinaire principes de stabiliteit van de discipline, terwijl snel en discontinu veranderende theoretische concepten vernieuwing van de discipline mogelijk maken. Dit vernieuwingsproces verloopt in een proces van variatie en selectief voortbestaan en speelt zich af in een voor iedere discipline verschillende ecologische nis. Bepalend voor de vraag welke variant blijft voortbestaan is niet een complex van tijdloze, logisch dwingende criteria, maar de mate waarin een voorgestelde variant een betere aanpassing van de discipline aan de eisen van de ecologische nis belooft.

De eisen die een ecologische nis stelt aan de discipline die zich in die nis ontwikkelt worden niet alleen gevormd door de basisprincipes van de discipline in kwestie, maar ook door heersende professionele en algemeen maatschappelijke waarden. De normen voor het wetenschappelijk selectieproces zijn dus niet alleen ontleend aan de discipline zelf, maar ze zijn ook beïnvloed door de plaats die de discipline in kwestie inneemt in het intellectueel en sociaal-historisch milieu.³²

In het licht van deze samenhang tussen selectienormen, ecologische nis

en maatschappelijke omgeving wordt de rol van het puritanisme in de ontwikkeling van de zeventiende-eeuwse wetenschap duidelijker. Het puritanisme was niet alleen een stimulans voor de wetenschap als professie, maar vormde ook een belangrijk element van de ecologische nis van de nieuwe wetenschap in de zeventiende eeuw, althans van de wetenschap die in de jaren van de Puriteinse Revolutie opgang maakte. Het algemene kader en de centrale doelstellingen van die wetenschap, zoals de nadruk op directe praktische relevantie en zedelijke en algemeen maatschappelijke hervorming waartoe de wetenschap moest dienen, werden mede bepaald door puriteinse waarden. Het gaat hierbij uitdrukkelijk om disciplinaire vooronderstellingen die voor de wetenschap als discipline én voor de wetenschap als professie gevolgen hebben. Onder invloed van deze waarden kwam in het midden van de zeventiende eeuw in Engeland een andersoortige wetenschap tot bloei dan in de jaren daarvoor.³³

c. *Variatie en selectie.* Het proces van variatie en selectie, dat de ontwikkeling van een discipline als populatie van concepten volgens Toulmin karakteriseert, kent de volgende aspecten: 1. het tempo van variatie (aantal varianten per tijdseenheid); 2. de verdeling van de varianten over de verschillende disciplines; 3. de selectie van de in de gegeven intellectueel-ecologische nis relatief beste variant. De relatieve invloed van interne en externe factoren is per aspect verschillend. Externe factoren bepalen hoofdzakelijk het tempo van variatie, de verdeling van de varianten over de disciplines wordt in ongeveer gelijke mate door interne en externe factoren bepaald, terwijl bij de uiteindelijke selectie intern-wetenschappelijke overwegingen doorslaggevend zijn.³⁴ Bij de selectie gaat het overigens niet om strikt logische criteria, maar om context-gebonden 'good reasons', waarbij hier de context door de ecologische nis wordt gevormd.³⁵

Voor de ontwikkeling van een discipline zijn dus zowel gunstige interne als gunstige externe factoren noodzakelijk. Zonder gunstige externe factoren komt het variatieproces niet eens van de grond en zonder gunstige interne factoren leidt dit proces niet tot het produceren van gekwalificeerde kennis. Interne en externe factoren vormen als het ware twee onafhankelijke filters, die alleen als ze allebei in een gunstige stand staan ontwikkelingen doorlaten. De twee filters zijn echter niet gelijkwaardig: gunstige externe factoren zijn slechts noodzakelijk voor het *bestaan* van een ontwikkeling; gunstige interne factoren zijn ook nog bepalend voor de *inhoud* van deze ontwikkeling. Toulmin formuleert dit enigszins cryptisch: 'The social factors are necessary, but the intellectual ones are crucial'.³⁶ Dit is in overeenstemming met de betekenis die Merton de technische problemen van een zich ontwikkelende economie heeft gegeven in de ontwikkeling

van de wetenschap. De technische problematiek zorgde er niet alleen voor dat de belangstelling en waardering voor de wetenschap in het algemeen toenam, maar ook dat de ontwikkeling van de wetenschap vooral plaats vond op het gebied van de fysica. Omdat men van ontwikkelingen op dat gebied de meest directe bijdrage tot de oplossing van allerlei technische problemen kon verwachten, was het aantal varianten op dat gebied relatief groot.⁸⁷

Een direct verband tussen de behoeften der techniek en de uiteindelijke selectie wordt echter door Merton niet geponoerd. Wetenschap en techniek zijn, ook voor Merton, twee verschillende ondernemingen met elk eigen doelstellingen, methoden en selectiecriteria. Wel kunnen zij elkaar wederzijds bevruchten, maar een idee uit het ene domein kan nooit rechtstreeks overgebracht worden naar het andere, omdat daar naar andere maatstaven wordt geselecteerd. Voordat technische bevindingen toegepast kunnen worden in de wetenschap, moeten ze eerst geherformuleerd worden naar de eisen die de wetenschap op dat moment stelt.⁸⁸ Op deze wijze kan binnen de Merton-these een aanzet worden gegeven voor de oplossing van het transformatieprobleem.

Merton kent de techniek een beperkte rol toe en erkent dat traditionele problemen en de stimulans die uitgaat van nieuwe resultaten eveneens van betekenis kunnen zijn voor de richting die de wetenschappelijke ontwikkeling kiest. De vrees van Hall dat Newton door Merton tot een soort super-timmerman zou zijn gedegradeerd⁸⁹, is volkomen ongegrond. Tussen het stimuleren van nieuwe varianten en het selecteren van de relatief beste bestaat geen direct verband. De wetenschappelijke onderzoeker, die misschien aan de techniek allerlei suggesties ontleent of door de technische problematiek tot bepaalde onderzoeken wordt geïnspireerd, beschikt over eigen normen om te bepalen of een suggestie uit de techniek bruikbaar is voor de oplossing van zijn probleem. Merton tast de door Hall benadrukte (relatieve) zelfstandigheid van wetenschappelijke selectiecriteria niet aan.

Wetenschapshistorische bijstelling van de Merton-thesen

De hierboven uitgevoerde wetenschapsfilosofische bijstelling heeft pas zin als ook nieuwe wetenschapshistorische inzichten in de Merton-thesen verwerkt worden. Immers, pas dan kan men overgaan tot een empirische toetsing van de thesen. De wetenschapsfilosofische bijstelling blijft dan niet beperkt tot een conceptueel spelletje.

Tegenover Merton heeft Hall de stelling geponoerd dat de Wetenschappelijke Revolutie een in hoge mate academische aangelegenheid is geweest:

de nieuwe wetenschap werd niet gemaakt door zeelieden en timmerlieden, maar door mensen met een universitaire opleiding, die aan mensen uit de praktijk weinig of niets te danken hebben gehad en die zich niet hebben laten leiden door puriteinse waarden of nuttigheidsoverwegingen. De Wetenschappelijke Revolutie was niet het resultaat van een aantal nieuwe ontdekkingen en waarnemingen, maar van een geheel nieuwe wijze van denken over de natuur, een nieuwe natuurfilosofie. Klassieke problemen uit de middeleeuwse wetenschap, zoals het probleem van val en worp, werden niet opgelost door nauwkeuriger waar te nemen. Daarbij hadden ambachtslieden nog behulpzaam kunnen zijn. Men loste het probleem daarentegen op door het in geheel andere termen te gaan behandelen, namelijk door de introductie van een nieuw traagheidsbeginsel. Deze intellectuele ommezwaai kon alleen tot stand worden gebracht door mensen die in hun academische opleiding vertrouwd waren geraakt met de oude probleemstellingen. Technische bevindingen konden pas achteraf met behulp van de nieuw verworven inzichten verklaard worden.⁴⁰

De opvattingen van Hall en Merton blijken minder onverenigbaar te zijn dan misschien op het eerste gezicht scheen, als men de wetenschapsfilosofische analyses toepast, die in het voorafgaande zijn geschetst. Hall is vooral geïnteresseerd in de wetenschap als discipline en in het selectieproces, Merton is het meer te doen om de wetenschap als professie en het variatieproces. De verschillen in hun opvattingen over de aard van de Wetenschappelijke Revolutie in de zeventiende eeuw zijn echter minder eenvoudig te overbruggen. Merton ging, overeenkomstig zijn positivistisch getinte wetenschapsmodel, uit van een verouderde empiristisch-inductivistische opvatting over het karakter van de Wetenschappelijke Revolutie, terwijl Hall meer uitgaat van de vooral door het werk van de Franse filosoof-wetenschapshistoricus A. Koyré geïnspireerde rationalistisch-deductivistische opvatting.⁴¹ Als men let op de disciplinaire vooronderstellingen van de zeventiende-eeuwse wetenschap en de verscheidenheid die op dat niveau bestaat, kan duidelijk worden hoe de verschillende historische opvattingen, met behulp van de wetenschapsfilosofische analyses bijgesteld, elkaar veeleer aanvullen dan uitsluiten. De ideeën van Merton kan men dan vooral laten gelden voor een bepaalde soort wetenschap in de zeventiende eeuw en de ideeën van Hall moet men reserveren voor een andere.

Ch. Webster maakt een onderscheid tussen de wetenschap zoals de puriteinen die bedreven en de wetenschap die in de Royal Society werd beoefend. De door utopistische idealen van maatschappelijke en wetenschappelijke hervorming bepaalde puriteinse wetenschap uit de jaren 1626-1660 werd, onder andere om politieke redenen, na de Restauratie buiten de Royal Society gehouden en toen overvleugeld door de neutrale, mathema-

tische natuurwetenschap die in Newton culmineerde en die met terugwerkende kracht gelijk is gesteld met 'de' (echte) natuurwetenschap.⁴²

Thomas S. Kuhn geeft een meer wetenschapsfilosofisch gefundeerde in-deling. In de zeventiende-eeuwse natuurwetenschap onderscheidt hij drie stromingen of tradities: de klassiek-mathematische, de experimenteel-baconiaanse en de bio-medische (die hij verder buiten beschouwing laat). Tot de klassiek-mathematische wetenschappen rekent hij de astronomie, de muziekleer, de mechanica en de geometrische optica, disciplines die al in de Oudheid de status van volwassen wetenschap hadden bereikt. Deze wetenschappen, die de kern vormden van de Wetenschappelijke Revolutie en vooral op het vasteland van Europa werden beoefend, waren door hun vergevorderde ontwikkeling en wiskundige aanpak betrekkelijk ongevoelig geworden voor externe invloeden. De experimenteel-baconiaanse wetenschappen daarentegen waren door hun gebrek aan paradigmatische geslotenheid nog sterk extern te beïnvloeden. Kuhn heeft de studie van warmte, licht, elektriciteit en magnetisme op het oog, wetenschappen die sterk afhankelijk waren van waarnemingen en instrumenten en die vooral in Engeland en de Republiek bloeiden. De betekenis van de Merton-thesen zoekt Kuhn dan vooral bij deze laatste wetenschappen, terwijl hij zich voor de overige meer aan de kant van Hall opstelt.⁴³

Het scheiden van de Wetenschappelijke Revolutie in twee of drie tradities met elk hun eigen verhouding tot externe omstandigheden kan, hoewel zeker nuttig, ook te ver gaan. Het wetenschappelijk gebeuren vormde, ook in de ogen van tijdgenoten, een eenheid.⁴⁴ Newton, de verpersoonlijking van de klassiek-mathematische traditie, heeft zich ook met chemische onderzoeken bezig gehouden. Gezien deze en andere personele dwarsverbanden zou men misschien beter kunnen zeggen dat de tradities die Kuhn onderscheidt weliswaar op disciplinair niveau gescheiden waren, maar op professioneel niveau een eenheid vormden. Daarom beschouwen geheel terecht externalisten als Merton de wetenschap van de zeventiende eeuw als een eenheid en internalisten als Hall meer als een samenstel van wetenschappen.⁴⁵

Ook de stelling dat externe invloed minder wordt naarmate de greep van een paradigma op een discipline sterker wordt, is in principe niet geheel onverenigbaar met de stellingen van Merton. Kuhn heeft immers vooral externe invloeden op het selectieproces op het oog, dat inderdaad nadat een paradigma een discipline algemeen aanvaarde normen en doelstellingen heeft gegeven, een relatief zelfstandig bestaan krijgt. Externe invloed op het ontstaan van een paradigma wordt door Kuhn echter niet bestreden. Bovendien sluit hij niet uit dat een bepaald probleem door externe factoren bij sommigen in de belangstelling komt en dáárdor ook bij anderen,

die ogenschijnlijk geen enkele externe invloed ondergaan. Door de wetenschapsfilosofische en wetenschapshistorische bijstelling kan men de Merton-thesen zo formuleren dat ze weer wetenschapsfilosofisch vruchtbaar en wetenschapshistorisch bruikbaar zijn. De wetenschapsfilosofische vruchtbaarheid blijkt uit de mogelijkheid om op grond van de puritanisme-these een begrip als disciplinair externalisme in te voeren.

Disciplinair externalisme

Waar het gaat om de indirecte invloed van externe factoren op wetenschappelijke beslissingen hebben de paradigma's van Kuhn dezelfde functie als de disciplinaire idealen van Toulmin. Hoewel zelf extern beïnvloedbaar, verschaffen ze de wetenschappelijke selectiecriteria binnen hun kader een relatieve zelfstandigheid tegenover directe externe beïnvloeding. Toulmin maakt de sociaal-historische factoren expliciet door de disciplinaire idealen te situeren in een intellectueel-ecologische nis, waarin ook andere dan wetenschappelijke waarden een rol spelen. De bestudering van dergelijke ecologische nissen en meer in het algemeen de bestudering van de sociaal-historische factoren die een rol spelen bij het tot stand komen van het geheel van algemene vooronderstellingen die een discipline constitueren en reguleren, is een vorm van externalisme die noch zwak, noch sterk te noemen valt. Dit disciplinair externalisme kan alleen geformuleerd worden in een wetenschapsfilosofie waarin niet de theorievorming of de waarneming, maar de disciplinaire vooronderstellingen, in welke vorm dan ook, centraal staan. Het laat meer ruimte voor externe invloeden dan het zwak-externalisme, zonder in het relativisme van het sterk-externalisme te vervallen.⁴⁶

Mertons puritanisme-these kan helderder worden geformuleerd door gebruik te maken van het concept disciplinair externalisme. Het utilitarisme (voortvloeiend uit de overtuiging dat 'goede werken' bijdragen tot Gods glorie) en het arbeidsethos (voortvloeiend uit de noodzaak om door systematisch, methodisch en hard werken God te eren en zelf de hemelse genade waardig te zijn) hebben een positieve invloed gehad op het ontstaan van het empirisme als nieuw disciplinair ideaal.⁴⁷ De belangrijke rol die het puritanisme daarnaast toekent aan de rede (als middel om de sensualiteit in bedwang te houden, maar ook om middels het onderzoeken van Gods schepping bij te dragen aan Zijn glorie) heeft een niet te onderschatten invloed gehad op het rationeel empirisme als grondslag voor de moderne natuurwetenschap.

Internalisering

Om de oude internalisme-externalisme discussie aan te passen aan nieuwe wetenschapsfilosofische inzichten hebben we het begrip disciplinair-externalisme ingevoerd, dat het sterk en zwak externalisme niet vervangt, maar er een derde vorm van externalisme naast is. Een volgende stap om de oude discussie verder te brengen zou kunnen zijn het vervangen van het statische onderscheid tussen interne en externe factoren door dynamische concepten als internalisering en externalisering.⁴⁸

Kuhn heeft aangetoond dat de grens tussen intern en extern verschillend getrokken wordt al naar gelang een theorie zich in een pre-paradigmatische of een paradigmatische fase bevindt. Het onderkennen van twee (eigenlijk drie) wetenschappelijke tradities in de zeventiende eeuw heeft het maken van een statisch onderscheid tussen intern en extern nog verder gecompliceerd. Mertons analyse van de opbloei van de moderne natuurwetenschap spitst zich dan vooral toe op de ontwikkeling van de experimenteel-baconiaanse traditie daarbinnen. Het ligt voor de hand om ten opzichte van deze baconiaanse traditie technische, ambachtelijke ervaring te beschouwen als een intern element, terwijl ze voor Hall, die zich voornamelijk richt op de klassiek-mathematische traditie, extern is.

Na het verhelderende onderscheid tussen baconiaanse en klassieke tradities te hebben ingevoerd, blijft Kuhn naar onze mening steken in een te absolute scheiding tussen beide tradities en hij is daarom niet in staat een adequate beschrijving te geven van hun onderlinge relatie. Naast hetgeen in een vorige paragraaf hierover al is gezegd, kan met een internaliserings-concept, toegepast op de wetenschappelijke ontwikkeling in de zeventiende eeuw, een bijdrage geleverd worden aan een dergelijke analyse van de relaties tussen beide tradities. Tijdens het internaliseringsproces worden elementen die eerst als extern kunnen worden beschouwd zo geassimileerd, dat ze voor de beoefenaren van die discipline volkomen vanzelfsprekend worden en als intern gaan gelden.

Bij Merton kan men een dergelijke benadering al in principe onderkennen. De wetenschappelijke ontwikkeling in de zeventiende eeuw in Engeland wordt door Merton beschreven als een samensmelting van rationalisme en empirisme: 'Puritanism was suffused with the rationalism of neo-Platonism (...). But it did not stop there. Associated with the designated necessity of dealing successfully with the practical affairs of life within this world (...) was an emphasis upon empiricism. These two currents brought to converge through the ineluctable logic of an internally consistent system of theology were so associated with the other attitudes of the time as to prepare the way for the acceptance of a similar coalescence in

natural science.'⁴⁹

Merton ziet hiermee een, in vergelijking met de middeleeuwen, kwalitatief andere wetenschap ontstaan. Het puritanisme heeft een als disciplinair-externalistisch te duiden invloed op de wetenschapsontwikkeling in de zeventiende eeuw in Engeland, omdat mede door dit puritanisme een internaliseringsproces op gang kwam, dat leidde tot een verandering van disciplinaire doelen en idealen. Deze verandering had op zijn beurt een verandering tot gevolg in zowel methode als inhoud van de wetenschap, uiteindelijk resulterend in wat wij de moderne natuurwetenschap zijn gaan noemen. Met name de wiskunde in de klassieke traditie fungeerde bij dit proces als een internaliseringsinstrument: kwantificering van meettechnieken maakte assimilatie van de experimentele traditie eenvoudiger.

Met behulp van het internaliseringsconcept kunnen een aantal bezwaren worden ondervangen die aan de wetenschapsmodellen van Toulmin en Kuhn kleven. Kuhn heeft veel kritiek ondervonden, omdat hij geen rationele verklaring zou kunnen geven van wat er gebeurt bij een paradigma-wisseling. Deze irrationaliteitsthese vloeit voort uit de incommensurabiliteitsthese, die stelt dat verschillende paradigma's voor en na een revolutionaire periode onvergelijkbaar zijn. De onvergelijkbaarheid van paradigma's is een onmiddellijk gevolg van hun statisch karakter: ze zijn als verschillende horizontale plateaus, waarvan niet duidelijk is welke hoger ligt en hoe hun onderlinge hoogteverschillen zijn. Wanneer we het onderscheid tussen intern en extern niet meer als statisch opvatten en daarmee ook de scherpe afgrenzing van de paradigma's in de tijd opheffen, krijgen we in plaats van een aantal incommensurabele plateaus een wetenschapshistorisch heuvellandschap. Een rationele beschrijving van hoe men in de geschiedenis is geklommen van een laagvlakte naar een hoogvlakte, via de helling van een bepaald internaliseringsproces, behoort dan wellicht tot de mogelijkheden. Ook het toulminiaanse begrip 'compacte discipline', dat veel lijkt op Kuhn's paradigma-begrip en eveneens veel kritiek heeft geoogst, wordt dan overbodig.⁵⁰

Overigens is de internalisering van eerst externe elementen een proces dat voortdurend optreedt in de wetenschap. De situatie in de zeventiende eeuw in Engeland is in die zin bijzonder dat daar een essentiële stap plaats vond in de ontwikkeling van de moderne natuurwetenschap.

Noten

- 1 Dit artikel is ten dele gebaseerd op: Klaas van Berkel, Wiebe Bijker, Henk Moll, Lolle Nauta, *De Merton-these in het licht van de wetenschapsfilosofie van Toulmin*, 1978, Filosofisch Instituut R.U. Groningen.

- 2 B. Hessen, *The Social and Economic Roots of Newton's 'Principia'*. In: *Science at the Crossroads*, London 1938, sec. ed. 1971, blz. 150-212. Robert K. Merton, *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England*, *Osiris*, 4 (1938), blz. 360-632, herdruk New York 1970, naar deze uitgave zal geciteerd worden.
- 3 Joseph Needham, voorwoord bij de heruitgave van *Science at the Crossroads*, London 1971.
- 4 Onafhankelijk van de hier gemaakte onderscheiding tussen zwak en sterk externalisme, bestaat er een onderscheid tussen ideëel en materieel externalisme. Ideëel externalisme is het complementaire begrip bij een internalisme waarbij ook ideeën, modellen, gedachtestructuren die niet tot het directe domein van die bepaalde wetenschap behoren, als extern worden beschouwd. Materieel externalisme wordt gekoppeld aan een internalisme waarbij alleen sociale, politieke, economische en religieuze processen als extern gelden. Het door ons gehanteerde externalismebegrip sluit vooral aan bij de materieel-externalistische opvatting.
- 5 Boris Hessen werd geboren in 1883, studeerde fysica en werd in 1927 assistent-professor aan de Moskouse Universiteit, afdeling Geschiedenis en Filosofie van de Natuurwetenschappen. Hij speelde een leidende rol bij het overwinnen van de bezwaren die bij marxistische filosofen en politici bestonden tegen de relativiteitstheorie en een zich daarop baserende fysica (1929). In 1930 werd hij gekozen als lid van de Communistische Academie van Wetenschappen. Nog in 1933 bekleedde hij een vooraanstaande positie als fysicus, zoals blijkt uit zijn bijdrage aan de *Grote Soviet Encyclopedie*. In 1936 werd hij aangevallen als aanhanger van de 'revisionistische fysica'. Eind 1936 werd hij veroordeeld tot werkkamp. David Joravsky, *Soviet Marxism and Natural Science 1917-1932*, New York 1961; idem, *The Lysenko Affair*, Cambridge Mass. 1970.
- 6 De periode tussen 1929 en 1932 wordt aangeduid als de Grote Breuk tussen wetenschapsmensen en de staat in de Sovjetunie. In deze periode, tijdens het eerste vijf-jaren-plan, wordt van de wetenschap in toenemende mate geëist dat zij de revolutie tot steun is. Bourgeois-wetenschap en haar beoefenaren worden gekritiseerd, de Academie van Wetenschappen wordt allengs gedomineerd door partijleden en politiek-loyale onderzoekers. De wetenschapsbeoefening nam in deze tijd een grote vlucht (het aantal afgestudeerden nam toe van 1548 in 1928 tot 16500 in 1932). Het was in deze sfeer van politieke kritiek (en daardoor veroorzaakte onzekerheid over de toekomst) en ongekende groei (en daardoor toegenomen zelfvertrouwen) dat de Russische delegatie van filosofen, wiskundigen, fysici en biologen naar het congres in Londen in 1931 kwam waar de lezingen uit *Science at the Crossroads* werden voorgedragen. P. G. Werskey in de nieuwe inleiding bij de heruitgave van *Science at the Crossroads*.
- 7 Hessen, 'Social and Economic Roots', blz. 167.
- 8 Ibid., blz. 177.
- 9 Vooral in dit gedeelte van het artikel van Hessen zijn een groot aantal fouten met betrekking tot het historisch materiaal aan te wijzen. G. N. Clark, 'Social and Economic Aspects of Science in the Age of Newton', *Economic History*, 3 (1973), blz. 362-379, stelt in zijn uitgebreide en welwillende bespreking dat Hessen met de hulp van een historicus weliswaar een aantal

- fouten in zijn artikel had kunnen vermijden, maar dat hierdoor niet de hoofdlijnen van zijn betoog zouden zijn aangetast.
- 10 E. J. Dijksterhuis, *De mechanisering van het wereldbeeld*, Amsterdam 1950, blz. 534.
 - 11 A. R. Hall, 'Merton Revisited, or Science and Society in the Seventeenth Century', *History of Science*, 2 (1963), blz. 1-16, in het bijzonder blz. 2: 'There is no need now (dat wil zeggen na het verschijnen van Mertons proefschrift) to go back beyond Merton's monograph. *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England* is both more complete and more sophisticated than any of its precursors.' Kort daarboven had Hall het artikel van Hessen beschreven als het 'most uncompromising example of the "externalist" historiography of science (. . .), indeed a collector's piece.'
 - 12 Merton, *Science, Technology and Society*, blz. 142.
 - 13 In het nieuwe voorwoord bij de uitgave van zijn proefschrift in 1970 spreekt Merton zich expliciet uit over de rol die het werk van Max Weber speelde bij het ontstaan van zijn studie. Nadat Merton geschetst heeft hoe Weber aan het slot van zijn studie over de relatie tussen calvinisme en kapitalisme opmerkt dat een verder onderzoek naar de relatie tussen rationalisme, empirisme en verschillende culturele en filosofische ontwikkelingen hem vruchtbaar lijkt, besluit Merton: 'Once identified, Weber's recommendation became a mandate'. Merton, *Science, Technology and Society*, blz. xvii. Tal van verwijzingen in het eerste deel van het proefschrift getuigen verder van de belangrijke rol die de studies van Weber, Troeltsch en Tawney hebben gespeeld.
 - 14 R. K. Merton, 'Sociology of Knowledge'. In: G. Gurvitch, W. E. Moore (eds.), *Twentieth-Century Sociology*, New York 1945.
 - 15 Merton, *Science, Technology and Society*, blz. 81-82; blz. 104-105; blz. 107-110.
 - 16 *Ibid.*, blz. 201-202.
 - 17 'The fact is that need is not sufficient in itself to induce invention but acts as a precipitating and directive influence. Moreover, it plays this role only if the cultural context is one which places high value upon innovation, which has a tradition of successful invention and which customarily meets such needs through technological invention rather than through other expedients.' *Ibid.*, blz. 158.
 - 18 *Ibid.*, blz. 206.
 - 19 'The very notion of experiment is ruled out without the prior assumption that Nature constitutes an intelligible order, that when appropriate questions are asked, she will answer, so to speak.' *Ibid.*, blz. 108.
 - 20 'Newton's remark - "If I have seen farther, it is by standing on the shoulders of giants" - expresses a sense of the . . . selectively cumulative quality of scientific achievement.' R. K. Merton, 'Science and Technology in a Democratic Order', *Journal of Legal and Political Sociology*, (1942), blz. 115-126.
 - 21 R. K. Merton, 'Singletons and Multiples in Scientific Discovery', in: *Proceedings of the American Philosophical Society*, 105 (1961), blz. 470-486. Merton acht wetenschappelijke ontdekkingen in die zin 'births of time' (een term van Bacon), dat ze als het ware in de werkelijkheid liggen te wachten om gevonden te worden. De etymologische smaak van het woord 'ontdekking' past wel heel goed bij deze wetenschapsopvatting.

- 22 Voor een kritische bespreking van deze stelling: I. B. Cohen, 'Isaac Newton, the Calculus of Variations, and the Design of Ships'. In: R. S. Cohen, J. J. Stachel, M. W. Wartofsky (eds.), *For Dirk Struik. Scientific, Historical and Political Essays in Honour of Dirk J. Struik*, Dordrecht 1974.
- 23 Onder een beschrijvingstheorie begrijpen wij het geheel van, vaak onuitgesproken, veronderstellingen over indeling en functioneren van de wetenschap, zowel in disciplinair als in professioneel opzicht. Behalve een classificatieschema van de disciplines is bij voorbeeld ook van belang of men de zeventiende-eeuwse wetenschapsmensen beschouwt als fysici, natuurfilosofen of veredelde ingenieurs.
- 24 De wetenschapsfilosofische weg waarlangs wij in het volgende een basis proberen te leggen voor een derde vorm van externalisme loopt parallel aan de pogingen het onderscheid tussen de context of justification en de context of discovery te nuanceren. Immers, zowel de aanhangers van dit contexten-onderscheid als de wetenschapshistorici die slechts een zwak externalisme willen accepteren gaan uit van het bestaan van algemeen geldige, onafhankelijke criteria waarmee wetenschappelijke beslissingen genomen of getoetst kunnen worden. Studies als die van Kuhn, Hanson en Feyerabend vormen evenzovele dwarsverbindingen tussen beide wegen.
- 25 Th. Kisiel, 'New Philosophies of Science in the USA. A Selective Survey', *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie*, 5 (1974), blz. 138-191. Shapere wordt geciteerd op blz. 147. Zie ook: S. E. Toulmin, 'Rediscovering History. New Directions in Philosophy of Science', *Encounter*, 36 (1971), nr. 1, blz. 53-64. De term 'Weltanschauungen' is geïntroduceerd door Frederick Suppe. F. Suppe (ed.), *The Structure of Scientific Theories*, Urbana 1974.
- 26 S. E. Toulmin, *Human Understanding*, deel I, Oxford 1972. Voor een algemene inleiding in het werk van Toulmin zie: C. Nagtegaal, 'De structuur van wetenschappelijke veranderingsprocessen. Een kennismaking met Toulmins *Human Understanding*', *Kennis en methode*, 2 (1978), blz. 127-139. Aan de daar gegeven lijst van recensies kunnen twee wetenschapshistorische recensies worden toegevoegd: *Isis*, 65 (1974), blz. 249-253 (David Bloor) en *Journal of Modern History*, 47 (1975), blz. 691-698 (Richard Westfall).
- 27 Toulmin, *Human Understanding*, blz. 166.
- 28 Mertons opvattingen over de rol van het puritanisme dienen dus duidelijk onderscheiden te worden van de stellingen van wetenschapshistorici als Pelseneer en Hooykaas, die al een positief verband leggen tussen de Reformatie en de wetenschappelijke vernieuwing van de zestiende eeuw. J. Pelseneer, 'L'origine protestante de la science moderne', *Lychnos* (1947), blz. 246-248; R. Hooykaas, *Religion and the Rise of Modern Science*, Edinburgh/London 1972.
- 29 Ch. Webster, *The Great Instauration. Science, Medicine and Reform 1626-1660*, London 1975, blz. 484-490.
- 30 Merton, *Science, Technology and Society*, blz. 75.
- 31 Hall, 'Merton revisited', blz. 6.
- 32 Toulmin, *Human Understanding*, blz. 313-318.
- 33 Merton maakte dit onderscheid tussen verschillende soorten wetenschap nog niet. Het is ontleend aan Webster, *The Great Instauration*, een boek dat wel in de door Merton geïnitieerde onderzoekstraditie staat om een positief verband te zien tussen puritanisme en natuurwetenschap in Engeland in de

zeventiende eeuw.

- 34 Toulmin, *Human Understanding*, blz. 221-222. Zie ook: idem, 'Does the Distinction Between Normal and Revolutionary Science Hold Water?'. In: I. Lakatos, A. Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge 1970, blz. 39-47, in het bijzonder blz. 46-47. Overigens moet hierbij opgemerkt worden dat de gedachten van de Starnberg-groep over de relatieve invloed van interne en externe factoren op het proces van variatie en selectie juist in tegengestelde richting gaan. Zie het artikel van T. de Jong, elders in dit nummer.
- 35 Zie voor het begrip 'good reasons': L. W. Nauta, 'Context of Discovery en Context of Justification. Notities in de marge van een onderscheid', *Kennis en methode*, 1 (1977), blz. 5-20.
- 36 Toulmin, *Human Understanding*, blz. 220-221. Toulmin stelt hier intern gelijk met intellectueel en extern met sociaal. Hij volgt dus de materieel-externalistische visie (zie noot 4). Dit is wetenschapshistorisch weliswaar gebruikelijk, maar kan wetenschapsfilosofisch verwarrend werken. Wetenschapsfilosofen definiëren internalisme meestal als de opvatting dat de wetenschap zich ontwikkelt volgens haar eigen, immanente wetten (Lakatos), zodat buiten-wetenschappelijke ideeën net zo goed extern zijn als sociaal-economische omstandigheden.
- 37 Toulmin is niet geïnteresseerd in elke willekeurige variatie die op een bepaald concept mogelijk is. Voor hem zijn alleen die varianten van belang die geformuleerd zijn met het oog op een bepaald probleem. Voordat het eigenlijke selectieproces begint is er dus al sprake geweest van een zekere voor-selectie. Dat niet alle psychologisch denkbare varianten voor behandeling in aanmerking komen, is niet meer dan begrijpelijk. Wetenschappelijke verandering is een in hoge mate bewust en gestuurd gebeuren. Zo beschouwd had Merton ter staving van zijn techniek-these geen beter materiaal kunnen gebruiken dan de projecten, onderzoeksverslagen en wetenschappelijke mededelingen uit de eerste jaren van de Royal Society. Die kunnen immers beschouwd worden als de op hun relevantie voor-geselecteerde varianten uit Toulmins schema.
- 38 Toulmin, *Human Understanding*, blz. 372-378.
- 39 Hall, 'Merton Revisited', blz. 8.
- 40 A. R. Hall, 'The Scholar and the Craftsman in the Scientific Revolution'. In: M. Clagett (ed.), *Critical Problems in the History of Science*, Madison 1959, blz. 3-23. De kloof tussen de geleerde en de ambachtsman is sinds het artikel van Hall verscheen aanmerkelijk smaller geworden door de ontdekking van de rol die de hermetische wetenschappen hebben gespeeld bij het ontwikkelen van de rol van de onderzoeker, die niet meer als een natuurfilosoof uitsluitend theorie bedrijft, maar ook als 'magus' actief ingrijpt in de natuur. F. A. Yates, 'The Hermetic Tradition in Renaissance Science'. In: C. S. Singleton (ed.), *Art, Science and History in the Renaissance*, Baltimore 1967, blz. 255-274.
- 41 J. Agassi, *Towards an Historiography of Science*, Den Haag 1963 (History and Theory, beiheft 3) maakt korte metten met de inductivistische geschiedschrijving van de wetenschap.
- 42 Webster, *The Great Instauration*, blz. 517-520. Zie ook: W. van den Daele, 'The Social Construction of Science: Institutionalisation and Definition of

Positive Science in the Latter Half of the Seventeenth-Century'. In: E. Mendelsohn, P. Weingart, R. Whitley (eds.), *The Social Production of Scientific Knowledge*, Dordrecht 1974, blz. 27-54. Merton lijkt ogenschijnlijk iets geheel anders te betogen: de Royal Society telde in de zeventiende eeuw juist een groot aantal puriteinen onder haar leden. Deze tegenstelling is slechts schijnbaar, omdat Websters bewering dat de puriteinse invloed na de Restauratie terug gedrongen wordt vooral op het disciplinaire niveau van toepassing is, terwijl Merton zich meer op het professionele niveau richt.

- 43 T. S. Kuhn, 'Wiskundige versus experimentele tradities in de ontwikkeling van de natuurwetenschap', *Kennis en methode*, 1 (1977), blz. 334-367, in het bijzonder blz. 356-357. Zie ook: idem, 'History of Science', *International Encyclopedia of the Social Sciences*, 14 (1968), blz. 74-83; idem, 'Scientific Growth: Reflections on Ben David's "Scientific Role"', *Minerva*, 10 (1972), blz. 173-174.
- 44 A. R. Hall, 'On the Historical Singularity of the Scientific Revolution'. In: J. H. Elliott, H. G. Koenigsberger (eds.), *The Diversity of History. Essays in Honour of Herbert Butterfield*, London 1970, blz. 199-221.
- 45 Kuhn, 'Wiskundige versus experimentele tradities', blz. 362, noot 1.
- 46 Of met name Toulmin er inderdaad in slaagt met zijn theorie over de context-gebondenheid van wetenschappelijke selectie de anachronismen van het logisch-positivisme te vermijden zonder overgeleverd te worden aan een historisch relativisme is een vraag die in dit bestek niet beantwoord kan worden. Vele recensenten hebben daar hun twijfel over uitgesproken.
- 47 'If Puritanism demands systematic, methodic labor, constant diligence in one's calling, what, asks Sprat, is more active and industrious and systematic than the Art of Experiment [...]'. Merton, *Science, Technology and Society*, blz. 89.
- 48 Wat wij hier 'internalisering' noemen valt samen met wat Gerard de Vries 'verinnerlijking' noemt. Zie zijn bijdrage in dit nummer.
- 49 Als op deze wijze een dynamisch intern/extern-onderscheid is ingevoerd, is het onderscheid tussen ideëel en materieel externalisme zinloos geworden.
- 50 Toulmin, *Human Understanding*, blz. 378-395.